DOI:10.11931/guihaia.gxzw201711017

西双版纳哈尼族驱蚊植物的民族植物学调查研究

范汝艳[1,2]，苟祎[1,2]，王趁[1]，杨念婷[1,2]，王雨华[1*]
（1.中国科学院昆明植物研究所 资源植物与生物技术重点实验室 云南省野生资源植物研发重点实验室，云南 昆明 650201；2.中国科学院大学，北京 100049）

摘要：蚊虫传播疟疾、登革热等多种烈性疾病，严重威胁到人畜健康。特别是生活在西双版纳地区的人们，蚊虫骚扰是他们长期需要面对的问题。在长期与蚊虫斗争的过程中，西双版纳哈尼族人民积累了丰富的驱蚊植物知识。然而这些植物和知识多是通过口头代代相传，流失较为严重。因此，调查和记录这些传统知识显得尤为重要。本研究运用民族植物学研究方法，对西双版纳哈尼族驱蚊植物及知识进行调查，通过文献对调查到的民间驱蚊知识进行交叉验证并进行初步解释，为植物源驱避剂的进一步研究及开发提供参考。本研究共走访 12 个哈尼族村寨，访谈 91 位信息报告人，调查得到 24 种驱蚊植物，分别属于 15 科 19 属。主要利用部位是植物的叶；燃烧植物熏烟、悬挂放置、楼下铺撒和捣碎涂抹是最为常用的方式。通过打分排序法评价出蒿属 3 种植物、烟草、山鸡椒等共 5 种具有较高研究开发价值的驱蚊植物，小黄皮、柠檬草、黄樟、大蒜、土荆芥等 8 种具有较高潜在研究价值的驱蚊植物。通过文献交叉验证，发现勐腊毛麝香、糯米香、臭牡丹等 11 种驱蚊植物为本调查首次提到，结合已报道的化学成分和单体化合物驱蚊活性研究情况，除高杆珍珠茅和大葱外，其余 9 种均含有驱蚊活性成分，这不仅验证了民间驱蚊知识的科学性与合理性，同时也说明民间蕴藏着丰富的传统驱蚊知识。通过对西双版纳地区哈尼族的驱蚊知识的系统调查和记录，从而起到了保护哈尼族传统驱蚊知识的作用。

关键词：西双版纳，民族植物学，哈尼族，驱蚊植物，活性

Ethnobotanical survey on the mosquito repellent plant used by Hani people in Xishuangbanna

FAN Ruyan[1,2],GOU Yi[1,2],WANG Chen[1],YANG Nianting[1,2], WANG Yuhua[1*]
(1. *Key Laboratory of Economic Plants and Biotechnology*，*Yunnan Key Laboratory for Wild Plant Resources*， *Kunming Institute of Botany*，*Chinese Academy of Sciences*, Kunming 650201,China; 2. *University of Chinese Academy of Sciences*, Beijing 100049, China)

Abstract: Mosquitoes spread malaria, dengue fever and other serious diseases which threatens the health of human and livestock. Therefore, mosquitoes control is particularly important to reduce mosquito-borne diseases prevalence. Mosquitoes harassment is a long-term problem faced especially by people living in tropic regions. A large amount of mosquito repellent plants has been used traditionally for the personal mosquitoes protection in Xishuangbanna. But the

---

资金项目：国家自然科学资金（31670337）；中国科学院植物种质资源创新项目（ZSZC-012）[Supported by the National Natural Science Fund of China (31670337); Plant Germplasm Resources Innovation Program of Chinese Academy of Sciences (ZSZC-012)]
作者简介：范汝艳（1992-），女（彝族），云南宣威人，硕士研究生，主要从事民族植物学与植物资源利用研究，(E-mail) fanruyan@mail.kib.ac.cn。
*通信作者: 王雨华，博士，研究员，主要从事民族植物学和生物多样性信息学的研究和建设，(E-mail) wangyuhua@mail.kib.ac.cn。

ethnobotanical knowledge and usage custom related to these plants is usually passed on orally from one generation to another, the lossing of it is very serious. For this reason, it is particularly important to investigate and document these traditional knowledge. This paper investigated the traditional knowledge of mosquitoes and insects repellent using ethnobotany methodology. The folk knowledge of repellent mosquitoes was cross-validated and preliminarily explained through literature review. This aims is to provide a reference for further research and development of natural mosquito repellent. Totally 91 informants in 12 Hani villages were interviewed in this study. 24 species of mosquitoes repellent plants which belongs to 15 families and 19 genera were cataloged, The main used part of the mosquito repellent plants is leave. Burning plants to fumigate, hanging plants somewhere, spreading plants downstairs and mashed to smear are the most commonly used methods. Ranking method was used to identify mosquito repellent plants with high development and research value. There are 5 species with high development value: *Artemisia* genera(3 species), *Nicotiana tabacum*, *Litsea cubeba*. There are 8 species with high potential research value: *Clausana excavat*a, *Cymbopogon citratus*, *Cinnamomum porrectum*, *Allium sativum*, *Chenopodium ambrosioides* etc.. Through literature cross-check, *Adenosma buchneroide*， *Semnostachya menglaensis* etc. 11 species of mosquito-repellent plants wereidentified first time. In relation with their chemical composition and research status of mosquito repellent activity of monomeric compounds, with the exception of *Scleria terrestris a*nd *Allium fistulosum*, the remaining 9 species contain repellent chemical constituents, indicating that the folk are rich in traditional knowledge of mosquito repellent. The 9 species are with high potential for further development and utilization. The study also plays a part in documenting and conserving traditional knowledge of mosquito repellent plants.

Key words: Xishuangbanna, Ethnobotany, Hani people, Mosquito repellent plant, Activity

蚊虫作为四害之一，具有种类多、繁殖快、分布广的特点(徐承龙和姜志宽，2006)，是所有卫生害虫中传病种类最多的害虫(苏晓庆，2016)，尤其传播多种烈性蚊媒疾病，如疟疾、登革热、寨卡热等(陆宝麟，1999)，全球每年约有一半以上的人口面临着感染蚊媒疾病的危险，并有上百万死亡的病例。蚊虫作为蚊媒疾病的传播者，对社会进步和经济发展造成严重影响。因此，蚊虫的防控对于蚊媒疾病的控制和社会经济发展具有重要的意义。

目前蚊虫的个体防控主要依靠使用杀虫剂和驱避剂。长期以来，化学合成杀虫剂、驱避剂因其高效、快速、简便的特点，一直占据主导地位。但化学合成驱杀产品的长期使用，造成“3R”问题突显，引起社会各界的高度重视(陆宝麟，2000；Benelli，2015)。随着生活质量日益提高，高效、安全、新型的天然蚊虫驱避剂也成为人们追捧的热点(Benelli et al，2017)，而植物源驱避剂具有安全环保、低残留等化学驱避剂无法比拟的优点(陶波和张大伟，2014)，成为目前关注的焦点。但目前市场开发推广的植物源驱避产品较少(Rehman et al，2014)，大多植物源驱避剂挥发性强，驱避时间短，仅作为一种添加成分。所以，一种高效持久安全的植物驱避剂急需研发。

植物源驱避剂自古以来就被人们广泛使用，早在几个世纪前，就有百姓通过燃烧植物来熏杀蚊虫的记载，由于取材方便、方法简单、经济成本低，现在一些农村仍然保留着此方法，例如燃烧艾蒿、桉树等。经过长期的实践经验总结，民间积累下丰富的驱蚊植物知识。而民族植物学作为研究人与植物相互作用的一门学科（裴盛基和淮虎银，2007），是一种挖掘民间传统知识的有效手段。在传统知识的开发、保护和传承中发挥着重要作用。

国外关于蚊虫驱避剂的民族植物学研究主要集中在埃塞尔比亚、肯尼亚、塔桑尼亚等非洲地区(Karunamoorthi & Husen，2012；Karunamoorthi & Hailu，2014；Kweka et al，2008)，

在欧洲西部西班牙(Gonzalez et al, 2011)，东南亚老挝、泰国、缅甸等国家也有少量的研究(De Boer et al, 2010; Tisgratog et al, 2016)。国外关于驱蚊植物资源的研究主要基于在民间调查得到的驱蚊植物基础上，通过还原或改进民间方法或对驱蚊植物的粗提物进行离体生物测定，从而评价其驱避效果(Waka et al, 2004; Seyoum, 2002)。目前我国关于驱蚊植物的民族植物学专题研究尚属空白，仅黄卫娟等在广西药市进行药材民族植物学调查时有零星的收集(黄卫娟和龙春林, 2013)。

因为西双版纳有丰富的植物资源，同时也是我国蚊媒疾病的重灾区。所以，本研究采用民族植物学调查研究方法，对西双版纳哈尼族民间的驱蚊植物进行调查，收集记录当地驱蚊植物知识和经验，结合已有的文献报道对调查得到植物的驱蚊活性进行初步评价筛选，为后期进行驱蚊活性实验提供的参考。本研究旨在：(1) 收集西双版纳哈尼族民间利用植物资源驱赶蚊虫的经验知识，填补国内驱蚊植物民族植物学研究的空白，为进一步筛选、开发天然驱避剂奠定基础。(2)引导先辈回忆传统生活经验知识，促进传统生活经验知识在民间的交流与传承。(3)结合目前化学成分及驱蚊化学成分的研究，对民间驱蚊知识作出初步的解释。(4)结合文献研究筛选民间驱蚊植物，为进一步进行天然蚊虫驱避剂的研究开发提供实践与理论指导。

1. 研究地点与民族

西双版纳傣族自治州位于云南省南部边陲，辖管景洪、勐海、勐腊三个市县，地处21° 08’—22° 36’N，90° 56’—101° 50’E之间，属于热带雨林气候，年降雨量1138-2431 mm；全区年均气温15.1℃-21.7 ℃，全年温暖湿润，植物丰富(西双版纳傣族自治州地方志编纂委员会,2002)，是蚊虫滋生的天然场所，蚊媒疾病爆发较为严重。本研究选取了西双版纳7个乡镇12个哈尼族村寨（表1和图1）作为调查地点。调查点海拔547 m -1846 m，最低海拔景哈乡莫南村547 m，最高海拔在西定乡坝丙村1846 m。

哈尼族作为一个跨境而居的民族，在境外缅甸、老挝、越南、泰国等多数地区都有分布（雷兵，2002）。与彝族、拉祜族等同源于古代的羌族，哈尼语属于藏缅语系彝语支，但无文字，传统知识传承主要依靠“口传身教”。主要信仰万物有灵的原始宗教和祖先崇拜。解放前，在哈尼族的日常生活中，主持宗教祭祀“儒玛”(即“龙巴头”)和以巫术或草药帮村民治病的“尼玛”(即“巫医”)和现在的草医起着重要作用，是其传统知识和文化的继承和传播者，也是掌握较多本民族医药知识的群体(云南省历史研究所，1983)。因此，在关键人物选择时，重点关注了草医、尼玛和儒玛等。在调查地点选择上，选择拥有较为出名的“草医”和“巫医”的村寨，作为调查地点。

表1.调查村寨基本地理信息

Table 1　The basic geographic information of the investigated villages

县市 (County/City)	乡镇 Town	村寨 Village	纬度 Latitude（N）	经度 Longitude（E）	海拔 Elevation（m）
勐腊县 Mengla County	勐仑镇 Menglun Town	大卡新寨 Dakaxin stockade	21°53′48.57	101°14′43.91	655
勐海县 Menghai County	勐宋乡 Mengsong Township	三迈上寨 Sanmaishang stockade	22°02′36.66	100°37′24.37	1596
勐海县 Menghai County	勐宋乡 Mengsong Township	朝山寨 Chaoshan stockade	22°02′21.51	100°37′09.64	1491
勐海县 Menghai County	勐遮镇 Mengzhe Town	曼令村 Manlin village	21°53′37.23	100°15′02.56	1411
勐海县 Menghai County	格朗和乡 Gelanghe Township	帕沙新寨 Pasha new stockade	21°50′37.37	100°31′08.84	1351
勐海县 Menghai County	格朗和乡 Gelanghe Township	帕真新寨 Pazhen new stockade	21°50′40.60	100°25′33.11	1280

勐海县 Menghai County	格朗和乡 Gelanghe Township	石头老寨 Shitou old stockade	21°55′51.37	100°35′34.31	1638
勐海县 Menghai County	西定乡 Xiding Township	坝丙村 Babing village	21°57′11.12	100°10′10.16	1846
景洪市 Jinghong City	勐龙镇 MengLong Town	勐宋村 Mengsong village	21°29′25.03	100°30′58.02	1620
景洪市 Jinghong City	勐龙镇 MengLong Town	先锋寨 Xianfeng stockade	21°29′48.04	100°30′29.50	1602
景洪市 Jinghong City	景哈乡 Jingha Township	曼么大寨 Manme large stockade	20°49′12.33	101°06′28.42	1100
景洪市 Jinghong City	景哈乡 Jingha Township	莫南村 Monan village	21°50′10.17	100°55′50.12	547

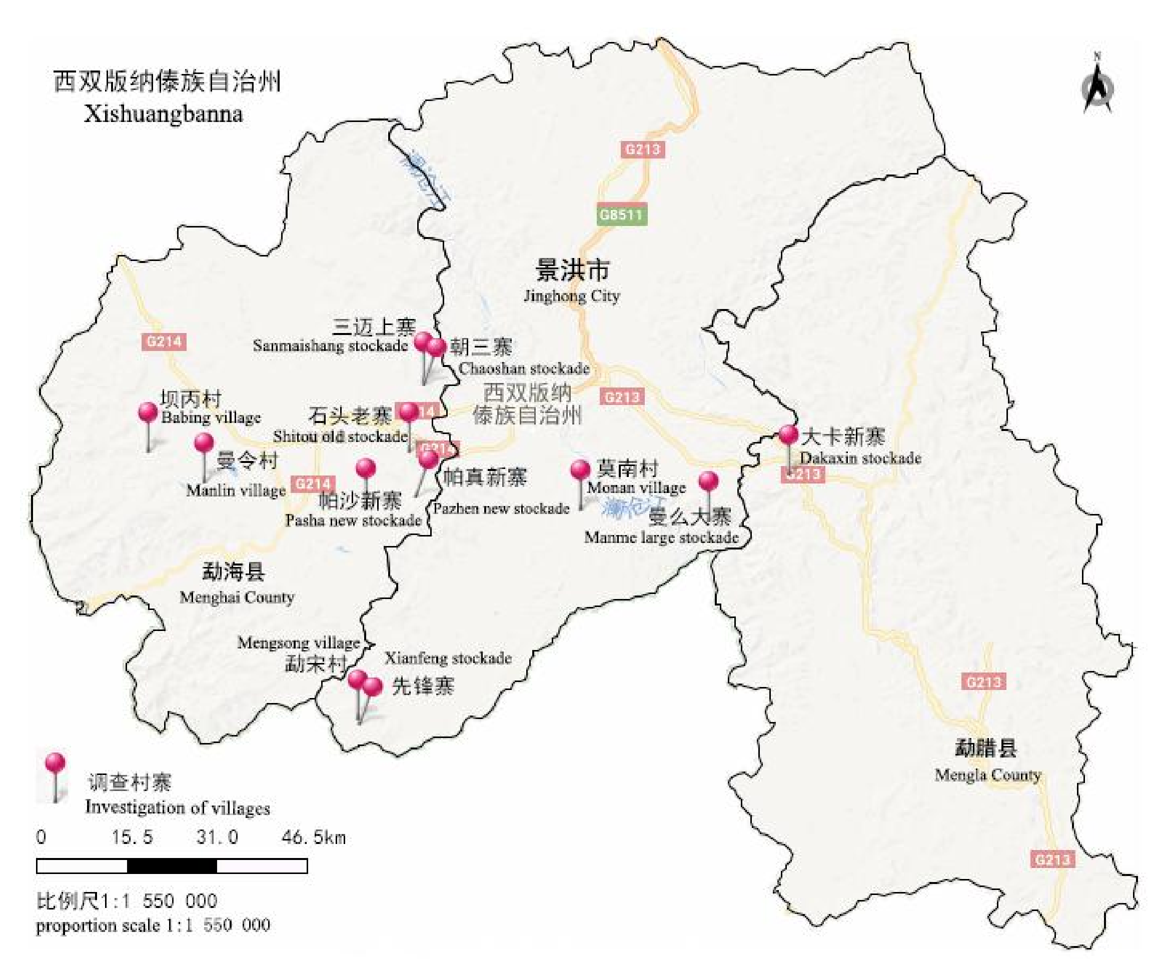


图 1. 调查村寨示意图

Fig 1. Location of the investigated villages

2 研究方法

2.1 文献分析法

针对调查到的驱蚊植物，首先在《中国杀虫植物志》(赵劲平和欧乞鍼, 2007)和《中国土农药志》(中国土农药编辑委员会, 1959)等专著上查阅其驱蚊作用的记录情况。然后，通过 Web of science\中国知网搜索其驱蚊活性、化学成分以及其部分化学成分的驱蚊效果的研究情况，对调查得到驱蚊知识进行交叉验证和科学的解释。

2.2 民族植物学编目

编目内容包括：物种学名、植物科名、当地名、利用部位、驱虫对象、用法、凭证标本号。凭证标本保存于中国科学院昆明植物研究所标本馆。

2.3 关键人物访谈法

本研究以关键人物访谈为主，结合半结构式访谈方式。共走访西双版纳 12 个哈尼族村寨 91 位信息报告人，其中包括 36 位关键人物，这些关键人物包括巫医/尼玛(5 人)、草医（18 人）、儒玛（1 人）、农业技术员（1 人）、本民族科研人员（1 人）、村里公认的生活经验较为丰富的老人（10 人）。在各村寨长老和村长帮助下，利用熟悉的人向不熟悉的人逐步扩大调查范围。访谈的内容包括驱蚊植物种类、植物哈尼名、用法、用途、使用部位等。通过预调查发现 50 岁以下的人群对于传统驱蚊知识很少有人了解，故本次调查对象年龄段主要集中在 50 岁以上，信息报告人年龄段信息见表 2.（由于访谈时个别信息报告人未获得相关年龄信息，个别年龄为估计年龄）。

表 2. 各年龄阶段信息报告人数
Table 2. The number of informants at all ages

年龄阶段 Age stage	男 Man	女 Woman	总人数(百分比) The total people（ Percentage）
<50	3	4	7（7.77%）
50-59	15	8	23(25.27%)
60-69	17	11	28(30.76%)
70-79	12	9	21(23.07%)
>80	3	9	12(13.18%)
总计 total	**50**	**41**	**91**

2.4 打分排序法

打分排序法（grading and ranking，GR）是通过对某一民间药物进行赋值打分，最后根据所得总分的大小来判断这种民间药物在治疗某种疾病方面潜在价值的一种定量方法，是资源民族植物学常用的一种定量资源评估的方法，对进一步研究具有指导意义，可以减少研究的盲目性（淮虎银和裴盛基，2000）。

本评分参照 Russo、淮银虎等方法（Russo,1992；淮虎银，2004），由于目前没有驱蚊植物的专著，查阅中国杀虫植物志与目前文献中驱蚊研究情况（Web of science\中国知网），制定本次评分原则如下：

（1）对于某种植物，每有一个乡镇提到可用来驱蚊，加 1 分

（2）在同一乡镇，4 个及以上提到可以驱蚊、驱虫植物，加 2 分

（3）在同一乡镇，2-4 个间提到可以驱蚊、驱虫植物，1 分

（4）有相关著作或期刊文献或验证其驱蚊、驱虫活性，2 分

（5）在其他地区有民族植物学调查文献调查也记录相似用法的植物，2 分

以上 5 项得分之和高低，说明该植物为目前调查研究现状及初步开发潜力的大小。分值

越高，说明该植物目前调查研究热点，潜在研究价值越大。反之，值越低，基本没人调查到或研究过，潜在价值也越低。本文通过此方法选出较有研究潜力的驱蚊植物。

3. 研究结果

3.1 哈尼族驱蚊植物的民族植物学编目

本次共调查到24种驱蚊植物，隶属于15科19属（附表1），附表1中分别列出关于哈尼族驱蚊植物的学名、科名、属名、当地名、使用部位、驱虫对象、用法等。菊科（Compositae）最多6种，占总科数的25%，其次是马鞭草科（Verbenaceae）（3种，13%）、樟科（Lauraceae）（2种，29%）和百合科（Liliaceae）（2种，9%），其他科属仅有1种。西双版纳哈尼族提及的驱蚊植物的种属比例为1.26（24/19），每种驱蚊植物基本上分别属于不同属，这表明哈尼族对驱蚊植物种类的选择利用上表现出一定程度的广泛性和多样性特征。其中草本占67%，乔木占16%，灌木占16%。在选材上以资源丰富、容易得到、富含芳香气味的草本植物作为主要驱蚊原料。

3.2 驱蚊植物的利用部位

西双版纳哈尼族驱蚊植物的利用部位包括植物的各部分器官，如叶、花、果实、根、块茎、鳞茎、树干、树皮、全株或地上部分（图 2）。利用部位最多的是叶，其累计使用频次最高为 15 次，占总频次（35 次）的 44%。可能因为叶含挥发性成分相对较多，容易采集，而且采集不易对该植物资源造成严重影响。其次是地上部分和全株为 5 次（14%）、果实 2 次（6%）；其余的树脂、树根、鳞茎、块茎、花序等仅有 1 次（3%）。为了吸引昆虫帮助传粉繁殖或防御虫害，某些生殖器官（花、果实）通常含有丰富挥发性物质。如勐腊毛麝香（*Adenosma buchneroides*）的花和山鸡椒（*Litsea cubeba*）的果实。某些营养器官，如黄樟（*Cinnamomum porrectum*）和山鸡椒（*Litsea cubeba*）的树干和枝叶，常含有丰富的挥发性成分，对蚊虫防控有一定驱避作用。

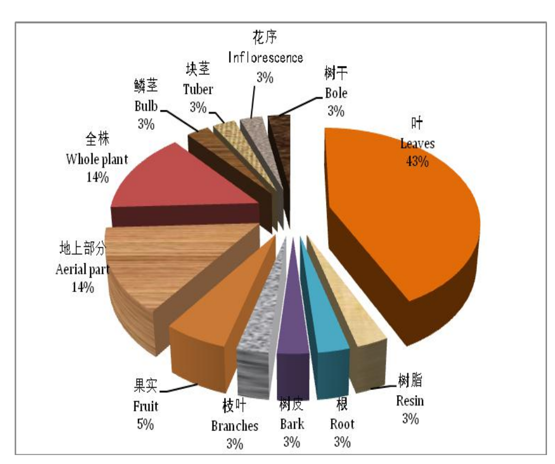


图 2. 植物各部位利用情况

Fig 2. Parts of plant used

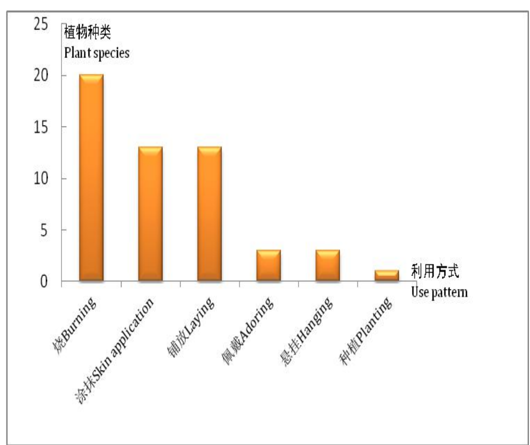


图 3. 不同利用方式的植物种数

Fig 3. Number of species used in different ways

3.3 驱蚊植物的利用方式

燃烧植物烟熏、室内悬挂植物、切碎铺垫地板、捣碎涂抹、随身佩戴（如插在头发里、耳洞里、给小孩子制作的香包等）是民间使用最为普遍的植物驱蚊方式，同时也有少量信息报告人提到在房屋或工棚周围种植某些特殊植物，可以减少蚊虫的骚扰（图 3）。其中用燃烧烟熏的驱蚊方式的植物种类有 20 种，占总驱蚊植物种类 24 种（38%）；其次铺放 13 种（24%）和涂抹 13 种（24%）；佩戴 3 种（6%）和悬挂 3 种（6%）；在房屋或工棚周围种植驱赶蚊虫 1 种（2%）。

信息报告人强调，烟熏是最为有效的办法，几乎所有的植物都可通过燃烧产生烟雾驱赶蚊虫。其可能的原因是（1）燃烧过程中产生大量烟雾，干扰蚊虫搜寻目标（Kweka et al,2008）；（2）植物体本身存在某些驱避蚊虫的物质；（3）在燃烧过程中会产生释放驱蚊蚊虫的物质 (Dube et al, 2011)；（4）燃烧产生的烟雾，作用范围广，对蚊虫产生较强的驱避范围，驱避时间相对持久。燃烧粗糠（稻壳）熏赶蚊虫是西双版纳哈尼族民间较为常用的传统烟熏驱蚊办法，由于哈尼族传统农耕的生产生活方式，种植大量稻谷，附加获得丰富的稻壳资源，取材利用较为方便。但稻壳除燃烧产生烟雾驱赶蚊虫外，是否具有驱避活性的化学成分有待进一步研究。

3.4 驱蚊虫植物的利用技巧

为了减少蚊虫的骚扰，提高驱避效果。通过长期的实践经验西双版纳哈尼族民间总结了很多驱蚊植物利用的技巧。如对于烟熏方式，民间通常燃烧半干草；粗糠（稻壳）等较细的材料作为燃料；将柠檬草编成辫子，增大横截面积后燃烧，以减缓燃烧速率，增大烟雾量，延长驱避时间，提高驱蚊效果。

对于悬挂和铺放，驱蚊植物悬挂位置很重要。驱蚊植物悬挂和铺放主要位置在房屋门窗、房间床头、厨房餐桌周围，家禽牲畜豢养区域等蚊虫活动和出没较为频繁的范围。根据不同植物的特性，民间还有很多驱避技巧。对于挥发性较强的植物，悬挂是常用的办法，如山鸡椒（*Litsea cubeba*）和蒿（*Artemisia* spp.）等挂在门窗、床头；对于资源量较为丰富，采集较为方便的植物，如蒿（*Artemisia* spp.）等切碎铺撒在房屋一楼地板、鸡圈、猪圈里或周围；对于具有强烈刺激性物质的植物如烟草（*Nicotiana tabacum*）、土荆芥（*Chenopodium ambrosioides*）和小黄皮（*Clausena excavata*）直接在摆放或铺放在鸡圈、猪圈里或周围；对于容易得到其汁液植物，涂抹是较为常用办法，如涂抹姜黄（*Curcuma longa*）块茎。对于容易挥发还具有清新芳香味的植物，女性常将其佩戴在身上较为常见用法，如佩戴勐腊毛麝香（*Adenosma buchneroides* ）的花序。

同时，为了提高驱避效果，民间也会混合使用多种驱蚊植物。如在竹筒里烧粗糠时，会在表面撒一层木姜子果实粉或是加一些干蒿的叶子，可以提高驱蚊效果。如燃烧植物驱蚊时，通常会采集蒿属（*Artemisia* spp.）、大青属（*Clerodendrum* spp.）、烟草（*Nicotiana tabacum*）、破坏草（*Ageratina adenophora*）几种植物混合燃烧。

3.5 驱蚊植物的评价与筛选

打分结果见附表 1，根据打分结果将其分为四组，分组结果见表 3。一组为 11-15 分：蒿属（*Artemisia* sp.）3 种植物、烟草（*Nicotiana tabacum*）、山鸡椒（*Litsea cubeba*）5 种植物是本次调查提及频率和目前研究较多的驱蚊植物，具有较高研究开发价值。二组为 6-10 分：小黄皮（*Clausena excavata*）、黄樟（*Cinnamomum parthenoxylon*）、柠檬草（*Cymbopogon citratus*）、臭牡丹（*Clerodendrum bungei*）、臭茉莉（*Clerodendrum chinense var.simplex*）、赪

桐（*Clerodendrum japonicum*）、土荆芥（*Chenopodium ambrosioides*）、大蒜（*Allium sativum*）8 种植物，具有较高潜在研究价值植物，在本次调查中这些植物驱蚊用法仅限于小部分群体，但现在也有部分研究或调查结果表明也具有类似驱蚊、驱虫作用，有较高潜在研究价值。

三组为 3-5 分：水蓼（*Polygonum hydropiper*）、飞机草（*Eupatorium odoratum*）、破坏草（*Ageratina adenophora*）、勐腊毛麝香（*Adenosma buchneroides*）、姜黄（*Curcuma longa*）、翼齿六棱菊（*Laggera pterodonta*）、云南松（*Pinus yunnanensis*）、野桐属（*Mallotus* sp.）、糯米香（*Semnostachya menglaensis*）9 种驱蚊植物等，这类植物在调查中提到次数较少，相关的驱蚊活性研究也较少，需要进一步更多的证据验证民间用法。

四组为1分：高杆珍珠茅（*Scleria terrestris*）和大葱（*Allium fistulosum*）2种植物仅在本次调查中有个别关键信息报告人提到，目前没有相关研究或证据表明其驱蚊活性，需要进一步实验进行准确性和有效性验证。

表 3.打分排序结果

Table 3　Scoring sort results

分值 Values	植物种类 Plant species	意义 Significance
11-15 分 **11-15 score**	蒿属 3 种、烟草、山鸡椒（5 种） *Artemisia* spp.(3 species); *N. tabacum* ; *L. cubeba*(5 species)	具有较高研究开发价值 It has high research and development value
6-10 分 **6-10 score**	小黄皮、柠檬草、黄樟、臭牡丹、臭茉莉、赪桐、土荆芥、大蒜（8 种） *C. excavate*; *C. citratus; C. parthenoxylon*; *C. bungei*; *C. chinense var. simplex*; *C.japonicum*; *C. ambrosioides*; *A. sativum*(8 species)	具有较高潜在研究开发价值 It has high potential research and development value
3-5 分 **3-5 score**	水蓼、飞机草、破坏草、勐腊毛麝香、姜黄、翼齿六棱菊、糯米香、云南松、野桐（9 种） *P. hydropiper*; *E. odoratum*; *A. adenophora*; *A. buchneroides;C. longa*; *L. pterodonta*; *S. menglaensis; P. yunnanensis*; *Mallotus* sp; (9species)	具有潜在研究价值 It has potential research value
1 分 **1 score**	高杆珍珠茅、大葱（2 种） *S. terrestris; A. fistulosum*(2 species)	需验证其准确性和有效性 It’s accuracy and effectiveness need to verify

3. 6 民间驱蚊植物的化学成分验证

通过对调查得到的 24 种驱蚊植物相关的驱蚊活性研究文献查阅，发现 11 种未做过驱蚊活性研究（附表 2），分别是勐腊毛麝香、翼齿六棱菊、糯米香、臭牡丹、臭茉莉、赪桐、云南松、野桐属、水蓼、高杆珍珠茅和大葱，其余都已有文献报道相关驱蚊活性研究。

对未做过驱蚊活性研究的驱蚊植物，查阅其相关的化学成分发现，除高杆珍珠茅和大葱没有查到相关驱蚊活性物质外，其余 9 种都有驱蚊物质基础（附表 3）。如勐腊毛麝香含有的α-松油烯、香芹酚，有研究表明其与 DEET 相比对库蚊的驱避效果更好（Park et al, 2005），含有的柠檬烯、3-蒈烯、p-对伞花烃、α-派烯等也都对蚊虫具有良好的驱避效果（Cheng et al, 2009; 王宗德, 2006）；糯米香中含有的香叶醇对尖音库蚊也具有良好的杀幼虫活性等(Tabari et al, 2017)；臭牡丹、臭茉莉中含有的苯乙醇、芳樟醇(陈思勤等, 2012)；赪桐和野桐含有的香豆素类化合物（尚冀宁，2010；陈德力等，2014）；水蓼（*Polygonum hydropiper*）中含有的α-松油烯和丁香酚等（蔡玲和李爱阳，2009）；翼齿六棱菊（*Laggera pterodonta*）含有

的α-派烯、β-月桂烯等，云南松含有的α-派烯等都具有很好的驱蚊杀虫作用。这说明西双版纳哈尼族在驱蚊植物选择利用上的科学性与合理性。

4. 讨论

4.1 哈尼族传统驱蚊知识的独特性和丰富性

在本次调查中，共访谈91位信息报告人，在调查得到这些植物中，54%（13种）植物已有相关的调查或是驱蚊活性研究，分别为蒿属植物（3个种）、烟草、柠檬草、山鸡椒、黄樟、小黄皮、云南松、土荆芥、大蒜、飞机草、破坏草、姜黄。其中4种植物在非洲驱蚊植物调查已有记录，分别是飞机草、破坏草、大蒜、柠檬草，重合率30.7%。有6种与泰国、老挝等东南亚国家也有调查研究的记录，重合率高达46.2%，如姜黄、山鸡椒、烟草、小黄皮、柠檬草、飞机草。

11 种（46%）驱蚊植物种类为首次调查所得（附表 2.），目前尚无文献报道其驱蚊活性和野外调查的研究。这些植物分别是勐腊毛麝香、臭牡丹、臭茉莉、赪桐、野桐、云南松、水蓼、糯米香、高杆珍珠茅、大葱、翼齿六棱菊。近一半的植物没有驱蚊活性的研究调查记录，其主要原因可能是：(1）西双版纳是全球为数不多的生物多样性热点地区之一，其独特的气候条件和丰富而独特的植物资源是其他地区不具有的；(2）由于解放以前交通闭塞，长期居住在森林深处的哈尼族，本民族本地区特色的驱蚊经验知识与外界交流较少；(3）驱蚊植物的民族植物学调查还处于初级阶段，很多地区没有进行过调查，很多驱蚊植物资源还遗落在民间。而且哈尼族驱蚊植物中有不少是首次记载的，这部分驱蚊植物具有一定的开发潜力，值得进一步的研究。

为了防控蚊虫，西双版纳哈尼族传统民间防控蚊虫的主要方式有 4 种：(1）燃烧驱蚊植物产生烟雾来驱赶蚊虫；(2）在房屋门窗和床头悬挂驱蚊植物；(3）在地板上铺撒切碎的驱蚊植物；(4）涂抹捣碎的植物汁液。这和之前在非洲(Pavela & Benelli, 2016; Karunamoorthi & Hailu, 2014; Palsson & Jaenson, 1999; Seyoum et al, 2002; Waka et al, 2004)、东南亚（De Boer et al,2010）等世界其他地区调查结果大体一致的。但在工棚房屋周围种植驱蚊虫植物的方式，是首次提到，如将勐腊毛麝香种植在田地工棚附近，蚊虫不会靠近，在工棚休息时，可以避免蚊虫的骚扰。

虽然在利用方式上，西双版纳哈尼族和其他地区大体一致，但有些细节上却有其独特点。如在西双版纳哈尼族将柠檬草编成辫子燃烧，而非洲的喀麦隆，用柠檬草蒸精油喷洒房屋；将勐腊毛麝香花序插在头上和耳洞里，叶铺床，来防止蚊虫叮咬和驱赶跳蚤；山鸡椒枝叶悬挂在门窗床头，果实可以晒干磨成粉，直接放置或熏烟来驱赶蚊虫。同时，为了提高驱蚊效率，哈尼族村民会混合使用几种植物，如在燃烧的粗糠竹桶内添加少量的山鸡椒果实粉末或是蒿的干燥叶；在蚊虫多的季节，村民会混合蒿、烟草、臭牡丹燃烧熏赶蚊虫。近几年也有一些关于植物复方精油驱蚊活性的研究表明，在最佳剂量配比下，某些植物精油的复配驱蚊效果显著高于其单方驱蚊效果（许春晖等，2014；杨中林，2016）。但在精油复配筛选过程中，不同植物精油和不同剂量组合的筛选消耗较多精力。所以在进一步的天然驱避剂研究开发过程中，设计植物精油复配驱蚊活性研究实验时，可以参考民间多种植物混合利用的知识，减少筛选的盲目性。

4.2 哈尼族驱蚊植物潜在的研究价值

通过从打分排序评价筛选结果表明，蒿属植物、山鸡椒、烟草得分最高，是民间和科学

研究方面比较广的植物，其中蒿已被作成蚊香产品，山鸡椒精油已有专利报道作为一种天然驱避剂的主要成分(Salomon et al, 2015)。小黄皮、黄樟、柠檬草、臭牡丹、臭茉莉、赪桐、云南松、野桐、土荆芥、大蒜 10 种植物，是评分相对较高的植物，具有潜在研究开发价值，值得进一步研究利用。其中黄樟、柠檬草是目前研究较多和信赖的驱蚊植物，其提取的精油已添加到驱蚊剂产品中。而其他植物还尚无相应驱避产品的研发，需要对植物的驱避活性和植物的驱蚊化学成分进行深入评价。

对调查到却未报道过驱蚊活性的 11 种植物，查阅其相关的化学成分的驱蚊活性后发现，除高杆珍珠茅、大葱外，其余 9 种都有驱蚊活性物质（附表 3）。这说明西双版纳哈尼族在驱蚊植物选择利用上具有一定的科学性与独特性，西双版纳哈尼族民间驱蚊知识有巨大的研究价值。

此外很多驱蚊植物除具有驱蚊活性之外，还有很多重要的药用活性（抗菌、抗炎、抗病毒、抗氧化等）。如小黄皮除具有民间提到的驱蚊活性之外，还具有促进伤口愈合、抗病毒、抗菌等活性；土荆芥具有抗菌、杀虫等活性；水蓼具有杀多种农业害虫、抑菌活性，对菜青虫的拒食活性和拒食作用（曾维爱，2007），对小菜蛾熏蒸和忌避活性（李强等，2006），对稻苞虫的触杀和拒食活性(顾地周等，2009)，杀满活性等（程作慧等，2014）。所以，哈尼族所利用的驱蚊植物及其经验和知识，不仅可为蚊虫驱避剂的研究提供借鉴，也可用于杀虫剂的研究领域。

5. 结论

目前关于驱蚊植物的实验研究主要集中在少数种属上，大多驱蚊资源还散落在民间，尚无系统的收集和整理，需要充分发挥民族植物学的在资源挖掘中的优势，系统的调查和记录传统驱蚊知识，通过开发利用达到保护传统驱蚊知识的目的。本研究通过对西双版纳哈尼族传统驱蚊知识的调查，结果表明哈尼族民间驱蚊植物资源丰富、利用方式和利用技巧多样。同时，通过文献知识交叉验证了西双版纳哈尼族传统驱蚊知识的科学性，这为驱蚊植物资源的筛选和研究提供新的方向，为天然驱避剂进一步的研究提供参考。

参考文献：

AJAIB M, HUSSAIN T, FAROOQ S, et al, 2016. Analysis of Antimicrobial and Antioxidant Activities of Chenopodium ambrosioides: An Ethnomedicinal Plant[J]. J Chem, 2016(6): 1-11.

ALBAAYIT S F, ABBA Y, RASEDEE A, et al, 2015. Effect of Clausena excavata Burm. f. (Rutaceae) leaf extract on wound healing and antioxidant activity in rats[J]. Drug Des Devel Ther, 9: 3507-3518.

BENELLI G, 2015. Plant-borne ovicides in the fight against mosquito vectors of medical and veterinary importance: a systematic review[J]. Parasitol Res [J], 114(9): 3201-3212.

BENELLI G, CANALE A, TONIOLO C, et al, 2017. Neem (Azadirachta indica): towards the ideal insecticide[J]. Nat Prod Res, 31(4): 369-386.

CHENG SS, CHANG HT, LIN CY, et al, 2009. Insecticidal activities of leaf and twig essential oils from Clausena excavata against Aedes aegypti and Aedes albopictus larvae [J]. Pest Manag Sci, 65(3): 339-343.

CHU SS, FENG HJ, LIU ZL, 2011. Composition of essential oil of Chinese Chenopodium ambrosioides and insecticidal activity against maize weevil, Sitophilus zeamais[J]. Pest Manag Sci, 67(6): 714-718.

DE BOER H, VONGSOMBATH C, PALSSON K, et al, 2010. Botanical Repellents and Pesticides Traditionally Used Against Hematophagous Invertebrates in Lao People's Democratic Republic: A Comparative Study of Plants Used in 66 Villages[J]. J Med Entomol, 47(3): 400-414.
DUBE FF, TADESSE K, BIRGERSSON G, et al, 2011. Fresh, dried or smoked? repellent properties of volatiles emitted from ethnomedicinal plant leaves against malaria and yellow fever vectors in Ethiopia[J]. Malar J, 10(1): 375.
EKPENYONG CE, AKPAN E, NYOH A, 2015. Ethnopharmacology, phytochemistry, and biological activities of Cymbopogon citratus (DC.) Stapf extracts[J]. CJNM, 13(5): 321-337.
GONZALEZ JA, GARCIA-BARRIUSO M, GORDALIZA M, et al, 2011. Traditional plant-based remedies to control insect vectors of disease in the Arribes del Duero (western Spain): An ethnobotanical study[J]. J Ethnopharmacol, 138(2): 595-601.
HARRAZ FM, HAMMODA HM, ELGHAZOULY MG, et al, 2015. Chemical composition, antimicrobial and insecticidal activities of the essential oils of Conyza linifolia and Chenopodium ambrosioid -es [J]. NAT PROD RES, 29(9): 879-882.
INNOCENT E, HASSANALI A, KISINZ WN, et al, 2014. Anti-mosquito plants as an alternative or incremental method for malaria vector control among rural communities of Bagamoyo District, Tanzania[J]. J Ethnobiol Ethnomed. 10(1): 56.
JARDIM CM, JHAM GN, DHINGRA OD, et al, 2008. Composition and antifungal activity of the essential oil of the Brazilian Chenopodium ambrosioides L.[J]. J Chem Ecol, 34(9): 1213-1218.
JIROD N, SUNAIYANA S, KAMAL C, et al, 2016. Avoidance Behavior to Essential Oils by Anopheles minimus, a Malaria Vector in Thailand[J]. J AM Mosq Control Assoc, 32(1): 34.
KARUNAMOORTHI K, HAILU T, 2014. Insect repellent plants traditional usage practices in the Ethiopian malaria epidemic-prone setting: an ethnobotanical survey[J]. J Ethnobiol Ethnomed, 10(1): 1-12.
KARUNAMOORTHI K, HUSEN E, 2012. Knowledge and self-reported practice of the local inhabitants on traditional insect repellent plants in Western Hararghe zone, Ethiopia.[J]. J Ethnopharmacol, 141(2012): 212-219.
KWEKA EJ, MOSHA F, LOWASSA A, et al, 2008. Ethnobotanical study of some of mosquito repellent plants in north-eastern Tanzania[J]. Malar J, 7(1): 1-9.
LU P, WU JM, CHEN LJ, et al, 2014. Chemical Constituents from Laggera pterodonta[J]. J Chin Med Mater, 37(5): 816-819.
MOHAN DR, RAMASWAMY M, 2007. Evaluation of larvicidal activity of the leaf extract of a weed plant, Ageratina adenophora, against two important species of mosquitoes, Aedes aegypti and Culex quinquefasciatus[J].Afr J Biotechnol, 6(5): 1612-1617.
MUKANDIWA L, ELOFF JN, NAIDOO V, 2016. Repellent and mosquitocidal effects of leaf extracts of Clausena anisata against the Aedes aegypti mosquito (Diptera: Culicidae)[J]. Environ Sci &Pollut R, 23(11): 11257-11266.
MULLER GC, JUNNILA A, BUTLER J, et al, 2009. Efficacy of the botanical repellents geraniol, linalool, and citronella against mosquitoes[J]. J Vector Ecol, 34(1): 2–8.
NERIO LS, OLIVEROVERBEL J, STASHENKO E, 2012. Repellent activity of essential oils: a review.[J]. Phytochem Rev, 11(4): 371-390.
PALSSON K, JAENSON TGT, 1999. Plant products used as mosquito repellents in Guinea Bissau, West Africa[J]. Acta Trop, 72(1): 39-52.
PARDEDE A, ADFA M, JULIARI KUSNANDA A, et al, 2017. Flavonoid rutinosides from Cinnamomum

parthenoxylon leaves and their hepatoprotective and antioxidant activity[J]. Med Chem Res, 26(9): 2074-2079.

PARK BS, CHOI WS, KIM JH, et al, 2005. Monoterpenes from thyme (thymus vulgaris) as potential mosquito repellents[J]. J Am Mosq Control Assoc, 21: 80.

PARK IK, PARK JY, KIM KH, et al, 2005. Nematicidal activity of plant essential oils and components from garlic (Allium sativum) and cinnamon (Cinnamomum verum) oils against the pine wood nematode (Bursaphelenchus xylophilus)[J]. Nematology, 7(5):767-774.

PAVELA R, BENELLI G, 2016. Ethnobotanical knowledge on botanical repellents employed in the African region against mosquito vectors - A review[J]. Exp Parasitol, 167: 103-108.

POHLIT AM, LOPES NP, GAMA RA, et al, 2011. Patent literature on mosquito repellent inventions which contain plant essential oils--a review[J]. Planta Med, 77(6): 598.

RAHUMAN AA, BAGAVAN A, KAMARAJ C, et al, 2009. Evaluation of indigenous plant extracts against larvae of Culex quinquefasciatus Say (Diptera:Culicidae)[J]. Parasitol Res, 104(3): 637-643.

REHMAN JU, ALI A, KHAN IA, 2014. Plant based products: Use and development as repellents against mosquitoes: A review[J]. Fitoterapia , 95(10): 65-74.

RIOS CE, ABREU AG, BRAGA FILHO JA, et al, 2017. Chenopodium ambrosioides L. Improves Phagocytic Activity and Decreases Bacterial Growth and the Systemic Inflammatory Response in Sepsis Induced by Cecal Ligation and Puncture[J]. Front Microbiol, 8(e0141886): 148.

RUSSO EB, 1992. Headache treatments by native peoples of the Ecuadorian Amazon: a preliminary cross-disciplinary assessment[J]. J Ethnopharmacol, 36(3):193-206.

SALOMON SF, SALOMON GA, 2015. Natural insect repellent compositions[P]: US, US8999407.

SENTHILKUMAR N, VARMA P, 2009. Gurusubramanian G. Larvicidal and adulticidal activities of some medicinal plants against the malarial vector, Anopheles stephensi (Liston)[J]. Parasitol Res, 104(2): 237.

SEYOUM A, 2002. Traditional use of mosquito-repellent plants in western Kenya and their evaluation in semi-field experimental huts against Anopheles gambiae: ethnobotanical studies and application by thermal expulsion and direct burning[J]. Trans R Soc Trop Med Hyg, 99: 225-231.

SEYOUM A, KABIRU EW, LWANDE W, et al, 2002. Repellency of live potted plants against Anopheles gambiae from human baits in semi-field experimental huts. [J]. Amer J Trop Med Hyg, 67(2): 191-195.

TABARI MA, YOUSSEFI MR, ESFANDIARI A, et al, 2017. Toxicity of β-citronellol, geraniol and linalool from Pelargonium roseum essential oil against the West Nile and filariasis vector Culex pipiens (Diptera: Culicidae) [J]. Res Vet Sci, 114: 36-40.

TAWATSIN A, THAVARA U, CHANSANG U, et al, 2006. Field evaluation of deet, Repel Care (R), and three plant-based essential oil repellents against mosquitoes, black flies (Diptera : Simuliidae), and land leeches (Arhynchobdellida : Haemadipsidae) in Thailand[J]. J Am Mosq Control Assoc, 22(2): 306-313.

THOMAS A, MAZIGO HD, MANJURANO A, et al, 2017. Evaluation of active ingredients and larvicidal activity of clove and cinnamon essential oils against Anopheles gambiae (sensu lato) [J]. Parasit Vectors, 10: 411.

TISGRATOG R, SANGUANPONG U, GRIECO JP, et al, 2016. Plants traditionally used as mosquito repellents and the implication for their use in vector control [J]. Acta Trop, 157: 136-144.

TRONGTOKIT Y, RONGSRIYAM Y, KOMALAMISRA N, et al, 2005. Comparative repellency of 38 essential oils against mosquito bites[J]. Phytother Res, 19(4): 303-309.

VILLALOBOS-DELGADO LH, GOVEA AYS, ANDRADE JR, et al, 2017. Potential application of epazote (Chenopodium ambrosioides, L.) as natural antioxidant in raw ground pork[J]. LWT-Food Science and Technology, 84.

WAKA M, HOPKINS R J, CURTIS C, 2004. Ethnobotanical survey and testing of plants traditionally used against hematophagous insects in Eritrea [J]. J Ethnopharmacol, 95(1): 95-101.

WU Y, YANG L, WANG F, et al, 2007. Hepatoprotective and antioxidative effects of total phenolics from Laggera pterodonta, on chemical-induced injury in primary cultured neonatal rat hepatocytes[J]. Food Chem Toxicol, 45(8): 1349.

YOUMSI RDF, FOKOU PVT, MENKEM EZ, et al, 2017. Ethnobotanical survey of medicinal plants used as insects repellents in six malaria endemic localities of Cameroon [J]. J Ethnobiol Ethnomed, 13(1): 33.

ZHANG L, YANG Z, CHEN F, et al, 2017. Composition and bioactivity assessment of essential oils of Curcuma longa L. collected in China [J]. Ind Crops Products, 109: 60-73.

CAL L, Li AY, 2009. Extraction and GC-MS Analysis of Volatile Oil from Polygonum hydropiper[J]. Chin Tradit Pat Med , 31(6): 918-921. [蔡玲，李爱阳, 2009. 水蓼挥发油的提取及GC-MS分析[J]. 中成药, 31(6): 918-921.]

CHEN DL, ZHANG XB, et al, 2014. Research progress on chemical constituents of plants from *Mallotus* Lour. and their pharmacological activities[J]. Chin Herbl Med, 45(15): 2248-2264. [陈德力，张小坡，吴海峰, 2014. 野桐属植物化学成分及其药理活性研究进展[J]. 中草药, 45(15): 2248-2264.]

CHEN J, TANG YL, LIANG J, et al, 2013. Study on Anti - inflammatory Effect of Water Extract of Clerodendrum japonicum Leaves[J]. J Guangxi Univ Chin Med, 16(2): 11-13. [陈俊，唐云丽，梁洁，等, 2013. 赪桐根水提物抗炎作用研究[J]. 广西中医药大学学报, 16(2): 11-13.]

CHENG SQ, ZHU KJ, CHENG XY, et al, 2012. Research Progress on Chemical Constituents and Pharmacological Effects of clerodendrum bungei steud[J]. Hunan J Tradit Chin Med, 28(2): 141-142. [陈思勤，朱克俭，程晓燕，等, 2012. 臭牡丹化学成分及其药理作用研究进展[J]. 湖南中医杂志, 28(2): 141-142.]

CHENG ZH, LIU YH, CAO H, et al, 2014. Studies on Acaricidal Bioactivities of Six Plants Extracts against the Tetranychus Cinnabarinus Bois. (Tetranychidae) [J]. J Shanxi Agric Univ (Natural Science Edition), 34(5)：403-406. [程作慧，刘耀华，曹挥，等, 2014. 六种植物提取物对朱砂叶螨生物活性的影响[J]. 山西农业大学学报（自然科学报）, 34(5): 403-406]

CHINESE FOLK PESTICIDE EDITORIAL BOARD, 1959. Chinese Folk Pesticide Flora[M]. Bei Jing: Science Press. [中国土农药编辑委员会, 1959. 中国土农药志 [M]. 北京：科学出版社.]

FU CC, WANG T, JIANG ZL, et al, 2013. Fumigation activity of 41 essential oils against Culex pipiens pallens (Diptera: Culicidae)[J]. Acta Entomol Sinica, 56(7): 779-785. [付臣臣，万涛，江志利，等， 2013. 41种植物精油对淡色库蚊的熏蒸活性[J]. 昆虫学报, 56(7): 779 -785.]

GOU DZ, CHE QX, ZHAO YM, et al, 2009. Bioactivity of various extractions from Polygonum hydropiper against Parnara guttata[J]. J Appl Entomol, 46(4)：574-578. [顾地周，车喜全，赵玉敏，等, 2009. 水蓼不同提取液对一字纹稻苞虫的生物活性筛选[J]. 应用昆虫学报, 46(4): 574-578]

GU JL, NJATENG GSS, LI ZJ, et al, 2014. Chemical Composition and Antimicrobial Activities of Essential Oils of Laggera pterodonta Collected in Four Different Locations in Yunnan, China[J].

Plant Diversity and Res, 36(1): 116-122. [顾健龙, NJATENG GSS, 李志坚, 等, 2014. 云南不同产地臭灵丹精油化学成分及抗菌活性[J]. 植物分类与资源学报, 36(1): 116-122.]

HUAI HY, PEI SJ, 2000. Common Methods in National Drug Research[J]. Chin J Ethnomed Ethnopharm, 2: 63-66. [淮虎银, 裴盛基, 2000. 民族药物研究中的常用方法[J]. 中国民族民间医药, 2: 63-66].

HUAI HY, PEI SJ, 2004. Quantitative assessment of the potential values of common medicinal plants used by Lahu Folk healers(I). Acta Botanica Yunnanica,(Supplement XIV): 123. [淮虎银，裴盛基, 2004. 者米拉祜族常见药用植物潜在价值的定量评估(I)[J]. 云南植物研究,（增刊XIV）：123]

HUANG J, HOU PY, WU LJ, et al, 2012. Isolation and Identification of Chemical Constituents of Polygonum[J]. J Shenyang Pharm Univ, (1): 29. [黄健, 侯朋艺, 吴立军, 等, 2012. 水蓼化学成分的分离与鉴定[J]. 沈阳药科大学学报,(1): 29.]

HUANG WJ, LONG CL, 2013. Preliminary Studies on Mosquito Repel Plants and Essential Oils. [J]. Nat Prod Res Dev, 25(b12): 169-172，177. [黄卫娟, 龙春林, 2013. 驱蚊植物与驱蚊植物精油初探[J]. 天然产物研究与开发, 25(b12): 169-172, 177.]

HUANG XS, 2004. Analysis of Volatile Oil Content and Chemical Composition of Allium fistulosum [J]. Food&Ferment Ind, 30(10): 114-117. [黄雪松, 2004. 大葱挥发油含量与化学成分的分析[J]. 食品与发酵工业, 30(10): 114-117.]

LEI B, 2002. History of the Hani People Culture[M].Kunming: Yunnan Ethnic Publishing House. [雷兵, 2002. 哈尼族文化史[M]. 昆明: 云南民族出版社.]

LI QF, ZHU W, CHENG PQ, et al, 2012. Optimization of Extraction Process and Effective Evaluation of Mosquito - repellent Effect in Artemisia annua[J]. J Chin Exper Trad Med Formulae, 19(8): 20-22. [李其凤, 朱伟, 陈沛泉, 等, 2012. 青蒿有效部位的提取工艺优化及驱蚊效果评价[J]. 中国实验方剂学杂志, 19(8): 20-22.]

LI Q, WU LY, CANG T, 2006. Fumigation and Repellent of Test of Essential Oil from Polygonum hydropiper L.on Plutella xylostella [J]. J Anhui Agri Sci, 34(21): 5596, 5598. [李强, 吴莉宇, 苍涛, 2006. 辣蓼挥发油对小菜蛾的熏蒸及忌避活性测定[J]. 安徽农业科学, 34(21): 5596 ,5598]

LING B, ZHANG MX, PENG XF, 2003. Bioactivitives of the Volatile Oil from Chromolaena odorata on fungi and insects and its Chemical Constituents[J]. Nat Prod Res Dev, 15(3): 183-187. [凌冰, 张茂新, 庞雄飞, 2003. 飞机草挥发油对真菌和昆虫的生物活性及其化学成分研究[J]. 天然产物研究与开发, 15(3): 183-187.]

LU BL, 1999. Mosquito Comprehensive Management(The 2nd Edition) [M]. Bei jing: Science Press. [陆宝麟，1999. 蚊虫综合治理(第 2 版)[M]. 北京：科学出版社]

LU BL, 2000. A Review of Mosquito Control in China in Recent 50 Years[J]. Chin J Epidemiol, 21(2): 153-155. [陆宝麟, 2000. 我国 50 年来蚊虫防制研究概况[J]. 中华流行病学杂志, 21(2): 153-155.]

LUO YM, LI B, HUANG LQ, et al, 2003. Study on Chemical Constituents of Volatile Oil from Cinnamomum parthenoxylon Leaves[J]. Tradit Chin Med, 26(9): 638-639. [罗永明, 李斌, 黄璐琦, 等, 2003, 黄樟叶挥发油成分研究[J]. 中药材, 26(9): 638-639.]

ME EY, LI ZHM, PING XF, et al, 2017. Preliminary Study on Identification of Volatile Chemical Components and mosquito Repellent Activity of Petunia[J]. Chem Bull, 2: 28-29. [么恩云, 李正名, 平霄飞, 等, 1994. 碧冬茄的挥发性化学成份鉴定及其驱蚊活性研究初报[J]. 化学通报, 2: 28-29.]

MIN H, ZHAO ZM, GUO MY, 2012. Chemical constituents of Clerodendrum lindleyi and their free radical scavenging activities [J]. Chin Herb Med, 43(6): 1050-1056. [闵欢，赵志敏，郭未艳，等, 2012. 尖齿臭茉莉的化学成分及其自由基清除活性研究[J]. 中草药, 43 (6): 1050-1056.]

NIE XL, LIANG ZS, DUAN QM, et al, 2010. Chemical constituents and antibacterial activities of essential oils from Chenopodium ambrosioides L. [J]. J Northwest A&F Univ (Nat.Sci.Ed.), 38(11): 151-155. [聂小妮，梁宗锁，段琦梅，等 2010. 土荆芥挥发油的化学成分及抗菌活性研究[J]. 西北农林科技大学（自然科学版）, 38(11): 151-155.]

PEI SJ, HUAN HY, 2007.Ethnobotany[M].Shang hai: Shanghai Scientific and Technical Publishers. [裴盛基，淮虎银, 2007. 民族植物学 [M]. 上海：上海科学技术出版社.]

PENG WW, LIU XY, ZENG GZ, et al, 2016. Chemical Constituents from Clausena excavata Burm.F. [J]. Chem Ind Forest Prod, 36(1): 127-134. [彭文文，刘欣媛，曾广智，等, 2016. 小叶臭黄皮的化学成分研究[J]. 林产化学与工业, 36(1): 127-134.]

SHANG JN, 2010. Chemical Constituents from Clerodendrum japonicum and Xanthopappus subacaulis[D]. Lanzhou Univ. [尚冀宁, 2010. 黄缨菊和赪桐化学成分研究[D]. 兰州大学.]

SHI RB, 1997. Malaria Past and Present: Changes in the Xishuangbanna epidemic and its demographic consequences[J]. Pop Res, 21(4): 30-34. [石人炳, 1997. 疟疾的过去和现在:西双版纳流行病的变化及其人口学方面的后果[J]. 人口研究, 21(4): 30-34.]

SU XQ, 2016. Present Situation and Prospect of Mosquito Biocontrol[J]. J Guiyang Med Coll, 41(3): 249-253. [苏晓庆, 2016. 蚊虫生物防治的现状与展望[J]. 贵阳医学院学报, 41(3): 249-253.]

TAN LH, YIN GH, ZHANG CH, 2008. Chemical Constituents of Volatile Oil from Glutinous Tea by Supercritical CO2 Extraction and Gas Chromatography-Mass Spectrometry[J]. Chin J Trop Crop,29(4): 530-534. [谭乐和，尹桂豪，章程辉, 2008. 超临界 CO2 萃取/气相色谱-质谱联用分析糯米香茶中的挥发油[J]. 热带作物学报, 29(4): 530-534.]

TAO B, ZHANG DW, 2014. Research advance of mosquito repellents [J]. J Northeast Agric Univ, 45(2): 123-128. [陶波，张大伟, 2014. 蚊虫驱避剂的研究进展[J]. 东北农业大学学报, 45(2): 123-128.]

WANG ZD, CHENG JZ, SONG ZQ, et al, 2006. A preliminary study on synthesis of tetraterpenoids and the activity of mosquito repellent[J]. Acta Agric Univ Jiangxiensis, 28: 347-349. [王宗德，陈金珠，宋湛谦，等, 2006. 四元环萜类化合物的合成及其驱蚊活性的初步研究[J]. 江西农业大学学报, 28: 347-349]

WEI H, CHENG YX, TIAN HJ, et al, 2014. Chenopodium ambrosioides mosquito-repellent incense and preparation method thereof: CN, CN 103548885 A[P]. [魏辉，陈艺欣，田厚军，等, 2014. Chenopodium ambrosioides mosquito-repellent incense and preparation method thereof: CN, CN 103548885 A[P].]

WU FF, HE YS, LU JM, et al, 2015. Research Advance of Repelling Function of Artemisia argyi on Mosquitoes and Other Insects [J]. J Agric, 5(9): 96-99. [吴芳芳，何炎森，卢劲梅等, 2015. 艾草驱避蚊虫研究进展[J]. 农学学报, 5(9): 96-99.]

XU CL, JIANG ZK, 2006. Mosquito control—mosquito harm and morphological classification[J]. Chin J Hygienic Insecticides and Equipments, 12(4): 289-293. [徐承龙，姜志宽, 2006. 蚊虫防制一蚊虫的危害与形态分类[J]. 中华卫生杀虫药械, 12(4): 289-293.]

XU CH, XIANG P, YI SH et al, 2014. Repellent efficacy of plant essential oil mixture against mosquitoes, Chin J Hygienic Insecticides & Equipments, 20(3): 243-244. [许春晖，祥平，毅生等, 2014. 复方植物精油驱蚊效果的研究[J]. 中华卫生杀虫药械, 20(3): 243-244]

XISHUANGBANNA DAI AUTONOMOUS PREFECTURE LOCAL CHRONICLES COMPILATION

COMMITTEE, 2002. Xishuangbanna Dai Autonomous Prefecture, Volume 1[M]. Bei jing: Xinhua Publishing House. [西双版纳傣族自治州地方志编纂委员会, 2002. 西双版纳傣族自治州志. 上册[M]. 北京：新华出版社.]

XIE Q, 2014. Studies on constituents and bioactivities of Angelica dahurica and Panax japonicus[D]. Hunan Univ of Chin Med. [谢谦, 2014. 白芷、白山七两种植物药化学成分及其活性研究 [D]. 湖南中医药大学.]

XU Y, CHENG BQ, YU Z, et al, 2008. A Preliminary study on the new perfume plant Adenosma Buchneroides bonati[C]// Chin Spice Fragrance Symposium. [许勇，程必强，余珍，等，一种新香料植物——勐腊毛麝香的初步研究[C]// 中国香料香精学术研讨会.]

YANG P, MA YJ, LIAN ZM, 2004. Fumigating insecticidal activity of 5 essential oils against Culex pipiens quinquefasciatus[J]. J Second Mil Med Univ, 25(10): 1094-1096. [杨频,马雅军,廉振民, 2004. 五种植物精油熏杀致倦库蚊的效果[J]. 第二军医大学学报, 25(10): 1094-1096.]

YANG Q, HAN L, CHEN J, et al, 2006. The Strategy, Protective status and Value of Tropical Rainforest in Xishuangbanna[J]. Genom Appl Bio, 25(4): 341-348. [杨清，韩蕾，陈进，等. 西双版纳热带雨林的价值、保护现状及其对策[J]. 基因组学与应用生物学, 2006, 25(4): 341-348.]

YANG CL, JIANG SH, XU HH, 2006. Research progresses in plant--originated repellents[J]. Plant Prot, 32(6):4-9. [杨长龙，江世宏，徐汉虹, 2006. 植物源驱避剂研究进展[J]. 植物保护, 32(6): 4-9.]

YANG ZL, 2016. Repellency Effect of 22 Essential Oils against Aedes albopictus and Formulation Research[D], Northwest A&F University. [杨中林, 2016. 22 种植物精油驱蚊活性筛选及制剂制备[D]，西北农林科技大学.]

YUNNAN INSTITUTE OF HISTORY, 1983. Yunnan Minority [M]. Kun Ming: Yunnan People's Publishing House. [云南省历史研究所, 1983. 云南少数民族 [M]. 昆明：云南人民出版社.]

ZENG AW, TAN JC, et al, 2007. Biological activities of crude extracts from Polygonum hydropiper L. against Pieris rapae L. [J]. J Hunan Agri Univ (Nat Sci), 33(1): 76-78. [曾维爱，谭济才，谭琳，等, 2007. 辣蓼粗提物对菜青虫的生物活性[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 33(1): 76-78.]

ZHANG GW, CHEN MJ, 1988. A Review of Chemical Constituents of Mallotus sp.[J]. Chin Pharm, 23(6): 333-337. [张国文，陈梦菁, 1988. 野桐属植物化学成分研究概况[J]. 中国药学杂志, 23(6): 333-337.]

ZHANG XR, CHEN GX, CHEN L, et al, 2011. Processing Technology of Anti-bacterial and Mosquito-repellent Green Incense and Its Effect Evaluation[J]. Nat Prod Res Dev, 23(5): 962-966. [张晓蓉，陈功锡，陈良，等, 2011. 驱蚊抑菌绿色蚊香工艺研制及其效果评价[J]. 天然产物研究与开发, 23(5): 962-966.]

ZHANG Y, KANG LP, ZHAN ZL, et al, 2016. Study on Yield, Main Components and Toxic Components of Volatile Oil from Artemisia argyi Levl. et Vant. qvai. Gathered in Different Growing Period[J]. World Sci and Tech-Modernization of Trad Chin Med, 18(3): 410-419. [张元，康利平，詹志来，等, 2016. 不同采收时间对艾叶挥发油及其挥发性主成分与毒性成分变化的影响[J]. 世界科学技术：中医药现代化, 18(3): 410-419.]

ZHAO JF, WEI TL, CHEN ZC, 2015. Extraction and GC-MS Analysis of Volatile Oils from Cymbopogon citratus（DC.）Stapf [J]. Food Res&Dev, 36: 55-58. [赵建芬，韦寿莲，陈子冲, 2015. 柠檬草挥发油的提取及其化学成分分析[J]. 食品研究与开发, 36: 55-58.]

ZHAO JP, OU QY, 2007. Insecticidal flora of China [M]. Cheng Du: Sichuan Publishing Group.

Sichuan Science and Technology Press. [赵劲平, 欧乞鍼, 2007. 中国杀虫植物志 [M]. 成都：四川出版集团.四川科技出版社.]

附表 1．西双版纳哈尼族驱蚊植物编目

schedule 1. Plants used by Hani people for mosquito repellent in Xishuangbanna

科名 family	学名 Scientific name	当地名 Local name	生活性 Habit	驱虫对象 Target insects	使用部位 Part(s) used	用法 uses	GR 值 GR scores	凭证号 Voucher number
茄科 Solanaceae	烟草 *Nicotiana tabacum*	Yavkhawq	草本 Herbal	蚊；跳蚤；鸡虱子；水蛭；蚂蚁 Mosquitoes; Fleas; Chicken lice; Aquatic Leeches; Ants	叶 Leaves	烧；涂抹；铺放 Burning; Skin application; laying	14	FRY01
菊科 Compositae	蒿（大蒿） *Artemisia* sp.	Yarkajeiq dawvq	草本 Herbal	蚊；虱子；水蛭；鸡虱子 Mosquitoes; Louse; Aquatic Leeches; Chicken lice	全株；叶 Whole plant; Leaves	烧；涂抹；铺放 Burning; Skin application; laying	12	FRY04
菊科 Compositae	艾 *Artemisia* sp.	Yarkajeiq dawvq	草本 Herbal	蚊；虱子；水蛭；鸡虱子 Mosquitoes; Louse; Aquatic Leeches; Chicken lice	全株；叶 Whole plant; Leaves	烧；涂抹；铺放 Burning; Skin application; laying	12	FRY02
菊科 Compositae	青蒿（小蒿） *Artemisia* sp.	Yarkajeiq dawvq	草本 Herbal	蚊；虱子；水蛭；鸡虱子 Mosquitoes; Louse; Aquatic Leeches; Chicken lice	全株；叶 Whole plant; Leaves	烧；涂抹；铺放 Burning; Skin application; laying	12	FRY03
樟科 Lauraceae	山鸡椒 *Litsea cubeba*	Siqbir	乔木 Tree	蚊；蚂蚁 Mosquitoes; Ants	全株 Whole plant	烧；铺放 Burning; laying	12	FRY05
				蚊；水蛭；蚂蚁 Mosquitoes; Aquatic Leeches; Ants	枝叶 Branches and Leaves	悬挂；涂抹 Hanging; Skin application	11	
				蚊；蚂蚁 Mosquitoes; Ants	枝杆 Bole	烧；铺放 Burning; laying	11	
				蚊 Mosquitoes	果 Sseeds	烧 Burning	11	
芸香科	小黄皮	Yaxaer xirpavq	灌木	蚊；跳蚤；鸡虱子	叶	烧；铺放	10	FRY06

Rutaceae	*Clausena excavate*		Shrub	Mosquitoes; Fleas; Chicken lice	Leaves	Burning; laying		
禾本科 Gramineae	柠檬草 *Cymbopogon citratus*	Pawqpir	草本 Herbal	蚊；蚂蚁；苍蝇 Mosquitoes; Ants; Flies	叶 Leaves	烧；涂抹；铺放 Burning; Skin application；laying	9	FRY07
樟科 Lauraceae	黄樟 *Cinnamomum parthenoxylon*	Laeqpir laeqsav	乔木 Tree	蚊 Mosquitoes	叶 Leaves	涂抹 Skin application	7	FRY08
				蚊 Mosquitoes	果实 Seeds	涂抹 Skin application		
				蚊 Mosquitoes	树根 Root	放置 laying		
马鞭草科 Verbenaceae	臭茉莉 *Clerodendrum chinense*	Khaqhmr daeqtsiq	灌木 Shrub	蚊；跳蚤 Mosquitoes; Fleas	叶 Leaves	烧；涂抹 Burning; Skin application	6	FRY09
马鞭草科 Verbenaceae	臭牡丹 *Clerodendrum bungei*	Khaqhmr daeqtsiq	灌木 Shrub	蚊；跳蚤 Mosquitoes; Fleas	叶 Leaves	烧；涂抹 Burning; Skin application	6	FRY10
马鞭草科 Verbenaceae	赪桐 *Clerodendrum japonicum*	Jaqtsir	灌木 Shrub	蚊 Mosquitoes	叶 Leaves	烧；涂抹 Burning; Skin application	6	FRY11
松科 Pinaceae	云南松 *Pinus yunnanensis*	Miqxuq (arpavq)	乔木 Tree	蚊 Mosquitoes	叶 leaves	烧；铺放；悬挂 Burning; laying; Hanging	3	FRY13
					树脂 Rosin	烧 Burning		
大戟科 Dipterocarpaceae	野桐 *Mallotus* sp.	Miqbeev saqdu Arbawr	乔木 Tree	蚊 Mosquitoes	树皮 Bark	烧 Burning	3	FRY14
藜科 Chenopodiaceae	土荆芥 *Chenopodium ambrosioides*	Hhoqnioq nioqssaq	草本 Herbal	蚊； 虱子 Mosquitoes; Louse; Chicken lice	地上部分 Aerial part	铺放 laying	6	FRY15
百合科	大蒜	Saerpur	草本	蚊；水蛭	鳞茎	涂抹	6	FRY12

Liliaceae	*Allium sativum*		Herbal	Mosquitoes; Aquatic Leeches	Bulb	Skin application		
蓼科 Polygonaceae	水蓼 *Polygonum hydropiper*	Naevqzaq tseevqtsir	草本 Herbal	蚊 Mosquitoes	地上部分 Aerial part	烧；铺放 Burning; laying	5	FRY16
姜科 Zingiberaceae	姜黄 *Curcuma longa*	Maerxeer	草本 Herbal	蚊 Mosquitoes	块茎 Tuber	涂抹 Skin application	5	FRY17
玄参科 Scrophulariaceae	勐腊毛麝香 *Adenosma buchneroides*	Lawrzaq Ghawadov	草本 Herbal	蚊；跳蚤 Mosquitoes; Fleas	地上部分 Aerial part	铺放；悬挂 laying; Hanging	3	FRY19
				蚊；蛇 Mosquitoes; Snake	全株 Whole plant	种植 Planting		
				蚊；跳蚤 Mosquitoes; Fleas	花序 Inflorescence	佩戴 Adorning		
菊科 Compositae	飞机草 *Eupatorium odoratum*	Nyoqma savq	草本 Herbal	蚊；水蛭 Mosquitoes；Aquatic Leeches	地上部分 Aerial part	涂抹 Skin application	3	FRY18
菊科 Compositae	翼齿六棱菊 *Laggera pterodonta*	Civqmaevq yavkhawq	草本 Herbal	蚊；水蛭 Mosquitoes; Aquatic Leeches	地上部分 Aerial part	烧；涂抹 Burning; Skin application	3	FRY20
菊科 Compositae	破坏草 *Ageratina adenophora*	Arbavq mirbymq	草本 Herbal	蚊；鸡虱子 Mosquitoes; Chicken lice	叶 Leaves	烧 Burning	4	FRY21
爵床科 Acanthaceae	糯米香 *Semnostachya menglaensis*	Hawqnyawq saw yarmovq	草本 Herbal	蚊 Mosquitoes	叶 Leaves	佩戴 Adorning	3	FRY22
莎草科 Cyperaceae	高杆珍珠茅 *Scleria terrestris*	Saermoq	草本 Herbal	蚊；水蛭；马蜂 Mosquitoes; Aquatic Leeches; Bees	叶 Leaves	烧 Burning	1	FRY24
百合科 Liliaceae	大葱 *Allium fistulosum*	Saerboq	草本 Herbal	蚊；苍蝇 Mosquitoes; Flies	叶 Leaves	铺放 Laying	1	FRY23

附表 2.西双版纳哈尼族驱蚊植物相关化学成分及活性研究情况

Schedule 2. Studies on the Chemical Constituents and Activities of mosquito repellent plants of the Hani People in Xishuangbanna

学名 scientific name	化学成分 chemical component	驱蚊活性研究的文献 Mosquito repellent activity References
山鸡椒 *Litsea cubeba*	α-蒎烯，β-水芹烯，松萜，1,8-桉油醇，香茅醇，芳樟醇，枸橼醛，柠檬醛类，生物碱类，桉脑，甲基庚烯酮，甾醇类等 α-pinene; β-phellandrene; sabinene; 1,8-cineol; citronellol; linalool; citral; lemon aldehyde; alkaloids; terpilene dihydrochloride; methyl heptenone; sterols et al.(赵劲平和欧乞鍼, 2007; Vongsombath et al, 2012)	(Trongtokit et al, 2005; Tawatsin et al, 2006; Vongsombath et al, 2012；江志利等, 2002；赵劲平和欧乞鍼, 2007)
小黄皮 *Clausena excavata*	柠檬烯，γ-松品烯，异松油烯，β-月桂烯，3-蒈烯，对伞花烃等 limonene; γ-terpinene; terpinolene; β-myrcene; 3-carene; p-cymene et al. (Cheng et al, 2009)	(Cheng et al.2009; Mukandiwa et al,2016; Thangaras et al,2014;赵劲平和欧乞鍼, 2007；)
蒿 *Artemisia spp.*	萜品烯，水芹烯，莰烯，石竹烯，蛇麻烯，胡椒稀，樟脑，侧柏酮，龙脑，桉油精等 terpinene; phellandrene; camphene; caryophyllene; humulene; pepper thin; camphor; thujone; camphol; eucalyptol et al. (张元等,2016)	(付臣臣, 2013；吴芳芳等, 2015；张晓蓉等,2011；李其凤等,2012; Rahuman et al,2009; Sethilkumar et al,2009)
草烟 *Nicotiana tabacum*	黄酮，二萜和倍半萜，烟碱，茄尼醇，香紫苏醇，新植二烯，茄酮，绿原酸，芦丁等 flavones; diterpenoids and sesquiterpenes; nicotine; solanesol; sclareol; neophytadiene; solanone; chlorogenic acid; rutin et al. (杨彩艳等, 2016；李莹等，2015）	(Kayode et al,2015)
柠檬草 *Cymbopogon citratus*	香茅醇，香叶醇，香茅醛，柠檬醛，柠檬烯，月桂烯，芳樟醇，乙酸香叶酯 citronellol; geraniol; citronaldehyde; citral; limonene; myrcene; linalool; citronella acetate et al. (Hsu et al,2013;赵建芬等, 2015)	(付臣臣, 2013；杨频等, 2004；江志利等, 2002；刘磊等，2015; Jiord et al,2016)
黄樟 *Cinnamomum porrectum*	樟脑，蒎烯，τ-松油烯，β-月桂烯，α-水芹烯，对-聚伞花素，4-蒈烯，D-柠檬烯，β-芳樟醇，桉油精，β-罗勒烯，龙脑，α-松油醇，顺式香叶醇等 camphor; pinene; τ-terpinene; β-myrcene; a-phellandrene; p-cymene; 4-carene; D-limonene; β-linalool; eucalyptol; β-ocimene; camphol; a-terpineol; ciliate et al. (赵劲平和欧乞鍼, 2007；罗永明等 2003)	(付臣臣, 2013；中国土农药编辑委员会, 1959；赵劲平和欧乞鍼, 2007)
大蒜 *Allium sativum*	蒜素，甾体苷类，硫醚化合物等 allicin; steroidal glycosides; sulfides compounds et al. (赵劲平和欧乞鍼, 2007)	(付臣臣, 2013; Pavela and Benelli, 2016; Trongtokit et al, 2005; Youmsi et al, 2017; Tawatsin et al, 2006)

飞机草 *Eupatorium odoratum*	乙酸龙脑，芳樟醇，倍半萜类，香豆素类，甾醇类，黄酮类，三元醇类等 bornyl; linalool; sesquiterpenoids; coumarins; sterols; flavonoids; the ternary alcohol et al. (赵劲平和欧乞鍼, 2007)	(Youmsi et al, 2017)
翼齿六棱菊 *Laggera pterodonta*	单萜类，黄酮类，洋艾素，槲皮素，乔松酮，木犀草素，芹菜素，α-蒎烯，β-蒎烯，月桂烯，γ-桉叶醇等 monoterpenes; flavonoid; artemitin; quercetin; pinostrobin; cyanidenon; apigenin; α-pinene; β-pinene; myrcene; γ-eudesmol et al. (顾健龙等, 2014; Lu et al, 2014)	无* No*
土荆芥 *Chenopodium ambrosioides*	驱蛔素，α一松油烯，麝香草酚，ρ-伞花烃，冰片烯，甾醇类，三萜皂苷类，黄酮及其苷类，异松莰酮等 ascaridole; α-terpinene; thymol crystals; ρ-cymene; bornylene; sterols; triterpenoid saponins; flavonoids and their glycosides; isopinocamphone et al. (聂小妮等, 2010；杨再波等, 2010)	(魏辉等, 2014)
云南松 *Pinus yunnanensis*	α-蒎烯，β-蒎烯，三环二萜类，三萜类，黄酮及其苷类 α-pinene; β-pinene; tricyclic diterpenes; triterpenes; flavonoids and their glycosides	无 No
野桐 *Mallotus* sp.	单萜，二萜，三萜，多酚，苯并吡喃，香豆素，黄酮，生物碱等 monoterpene; diterpene; triterpene; polyphenol; chromene; coumarin; flavone; alkaloid et al. (张国文和陈梦菁, 1988; 陈德力等, 2014)	无 No
姜黄 *Curcuma longa*	α-姜黄素，β-姜黄素，α-姜萜，α-姜烯，β-倍半水芹烯等 a-turmerone; β-turmerone; α-zingiberene; α-zingiberene; β-sesquiphellandrene et al.(Zhang et al, 2017)	(Tawatsin et al, 2006; Trongtokit et al, 2005)
水蓼 *Polygonum hydropiper*	姜烯，3-蒈烯，丁香酚，α-派烯，β-石竹烯，γ-松油烯，蒲公英萜酮，木栓烷醇，芴等 α-zingiberene; 3-carene; eugenol; α-pinene; β-caryophyllene; γ- terpinene; taraxerone; friedelanol; fluorine et al. (蔡玲和李爱阳, 2009)	无 No
赪桐 *Clerodendrum japonicum*	二萜，黄酮，甾体，香豆素等(尚冀宁, 2010) diterpene; flavone; sterides; coumarin	无 No
臭茉莉 *Clerodendrum chinense* var.	苯乙醇苷类，1-辛烯-3-醇，芳樟醇，3-辛醇等（闵欢，2012） phenylethanoid glycosides; 1-Octen-3-ol; linalool; 3-octanol et al.	无 No

simplex		
臭牡丹	苯乙醇，芳樟醇，2一呋喃甲醛，α一紫罗兰酮，己醛，硬脂酸等	无
Clerodendrum bungei	phenethyl alcohol; linalool; 2-furfuraldehyde; α-ionone; hexanal; stearic acid et al. （陈思勤等，2012）	No
勐腊毛麝香	α-松油烯，香芹酚，对聚伞花素，香芹酚甲醚，柠檬烯，3-蒈烯，α-派烯，β-红没药烯等	无
Adenosma buchneroides	α-terpinene; carvacrol; cymene; cymene; carvol methyl ether; limonene; 3-carene; α-pinene; β-bisabolene et al. (许勇等, 2008)	No
糯米香	无	无
Semnostachya menglaensis	No	No
破坏草	无	（Mohan et al,2007）
Ageratina adenophora	No	
高杆珍珠茅	无	无
Scleria terrestris	No	No
葱	含硫有机硫化合物，萜烯类化合物，不饱和脂肪醛等	无
Allium fistulosum	sulfur-containing organic sulfur compounds; terpenic compounds; unsaturated fatty aldehydes et al. (黄雪松, 2004)	No

*注：无 — 表示没有查到相关文献研究；

*Notes: No - Indicates that no relevant literature research was found

附表 3. 具有潜在研究价值的 9 种植物的驱蚊成分

Schedule 3. The mosquito repellent activity chemical constituents of 9 plants with potential research value

驱蚊化学物质 **mosquito repellent chemicals**	驱蚊效果 **mosquito-repellent effect**	目标蚊虫种类 **target mosquito species**	参考文献 **References**	未被报道驱蚊活性的植物 **Plants have not been reported on mosquito repellent activity**
β-月桂烯 β-myrcene	LC50=23.5 μg.ml^{-1}; LC90>50 μg.ml^{-1}	白蚊伊蚊 *Aedes albopictus*	（Cheng et al, 2009)	翼齿六棱菊 *Laggera pterodonta* 勐腊毛麝香 *Adenosma buchneroides*
	LC50=27.9 μg.ml^{-1}; LC90>50 μg.ml^{-1}	埃及伊蚊 *Aedes aegypti*	（Cheng et al, 2009)	
香豆素类(单体香柑内酯) coumarins（monomers）	100 ppm 时，杀幼虫率 70% 100 ppm, kill larvae rate of 70%	埃及伊蚊 *Aedes aegypti*	（谢谦, 2014）	野桐 *Mallotus* sp. 赪桐 *Clerodendrum japonicum*
异松油烯 terpinolene	LC50=32.1 μg.ml^{-1}; LC90>50 μg.ml^{-1}	埃及伊蚊 *Aedes aegypti*	（Cheng et al, 2009)	勐腊毛麝香 *Adenosma buchneroides*
	LC50=21.3 μg.ml^{-1};LC90=48 μg.ml^{-1}	白蚊伊蚊 *Aedes albopictus*		
丁香酚 eugenol	驱蚊化学成分 repellent chemical composition	冈比亚按蚊 *Anopheles gambiae*	（Thomas et al, 2017）	水蓼 *Polygonum hydropiper* 勐腊毛麝香 *Adenosma buchneroides* 糯米香 *Semnostachya menglaensis*
3-蒈烯 3-carene	LC50=25.3 μg.ml^{-1}; LC90>50 μg.ml^{-1}	埃及伊蚊 *Aedes aegypti*	（Cheng et al, 2009)	糯米香 *Semnostachya menglaensis* 勐腊毛麝香 *Adenosma buchneroides*
	LC50=22.9 μg.ml^{-1}; LC90>50 μg.ml^{-1}	白蚊伊蚊 *Aedes albopictus*	（Cheng et al, 2009)	
香叶醇 Geraniol	LC50>6.86 μg.ml^{-1}（幼虫） LC50>6.86 μg.ml^{-1} (larvae)	尖音库蚊 *Culex pipiens*	（Tabari et al, 2017）	糯米香 *Semnostachya menglaensis*
α-蒎烯 α-pinene	高效驱避性 efficient repellent	——	（王宗德，2006）	勐腊毛麝香 *Adenosma buchneroides* 翼齿六棱菊 *Laggera pterodonta*
	LC50>50 μg.ml^{-1}; LC90>50 μg.ml^{-1}	埃及伊蚊 *Aedes aegypti*	（Cheng et al, 2009)	水蓼 *Polygonum hydropiper* 云南松 *Pinus yunnanensis*

	LC50>50 μg.ml^{-1}; LC90>50 μg.ml^{-1}	白蚊伊蚊	（Cheng et al, 2009)	
		Aedes albopictus		
α-松油烯	驱避性比 DEET 好	库蚊	（Park et al, 2006）	勐腊毛麝香 *Adenosma buchneroides*
α-terpinene	repellency better than DEET	*Culex sp.*		水蓼 *Polygonum hydropiper*
香芹酚	驱避性比 DEET 好	库蚊	（Park et al, 2005）	勐腊毛麝香 *Adenosma buchneroides*
carvacrol	repellency better than DEET	*Culex* sp.		
柠檬烯	LC50=19.4 μg.ml^{-1}; LC90>50 μg.ml^{-1}	埃及伊蚊	（Cheng et al, 2009)	勐腊毛麝香 *Adenosma buchneroides*
limonene		*Aedes aegypti*		
	LC50=15 μg.ml^{-1};LC90>50 μg.ml^{-1}	白蚊伊蚊	（Cheng et al, 2009)	
		Aedes albopictus		
p-对伞花烃	LC50=34.9 μg.ml^{-1};LC90>50 μg.ml^{-1}	白蚊伊蚊	（Cheng et al, 2009)	勐腊毛麝香 *Adenosma buchneroides*
p-Cymene		*Aedes albopictus*		
苯乙醇	剂量 5 mg.cm^{-2},保护时间 4 h	尖音淡色库蚊库蚊变种	(么恩云等, 1997)	臭牡丹 *Clerodendrum bungei*
phenethyl alcohol	dose 5 mg.cm^{-2}, protection time 4 h	*Culex pipiens pallens coquillett*		
芳樟醇	LC50=14.78　μg/ml（幼虫）	尖音库蚊	（Tabari et al, 2017）	臭茉莉 *Clerodendrum chinense*
linalool	LC50=14.78 μg/ml　(larva)	*Culex pipiens*		臭牡丹 *Clerodendrum bungei*
				糯米香 *Semnostachya menglaensis*
				勐腊毛麝香 *Adenosma buchneroides*